10.22092/sppi.2022.358089.1250

"مجله نهال و بذر"
جلد ۳۷، شماره ۳، سال ۱۴۰۰

مقاله پژوهشی

اثر تاریخ کاشت بر عملکرد دانه و خصوصیات زراعی مرتبط با آن و تعیین پنجره تاریخ کاشت بهینه برای ارقام جدیدگندم نان در مناطق گرم و خشک استان فارس

Effect of Sowing Date on Grain Yield and Related Agronomic Characteristics and Determination of the Optimum Sowing Date Window for New Bread Wheat Cultivars in Warm Regions of Fars Province

سیروس طهماسبی[۱]، شکوفه ساریخانی خرمی[۲] و حسن زالی[۳]

۱ و ۲- استادیار، بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز، ایران.
۳- استادیار، بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، داراب، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۵/۱۰   تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۸/۱۲

چکیده

طهماسبی س.، ساریخانی خرمی، ش. و زالی، ح. ۱۴۰۰. اثر تاریخ کاشت بر عملکرد دانه و خصوصیات زراعی مرتبط با آن و تعیین پنجره تاریخ کاشت بهینه برای ارقام جدیدگندم نان در مناطق گرم و خشک استان فارس. **مجله نهال و بذر۳۷:** ۳۵۷-۳۳۵.

به‌منظور بررسی اثر تاریخ کاشت بر عملکرد و صفات مهم زراعی و تعیین تاریخ کاشت بهینه برای ارقام تجاری جدید گندم نان در مناطق گرم و خشک استان فارس آزمایشی به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال‌های زراعی ۹۸-۱۳۹۷ و ۹۹-۱۳۹۸ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی داراب اجرا شد. کرت‌های‌اصلی شامل پنج تاریخ کاشت: ۵ آبان، ۲۰ آبان، ۵ آذر، ۲۰ آذر و ۵ دی و کرت‌های فرعی شامل پنج رقم جدید گندم نان: مهرگان، برات، خلیل، سارنگ و ستاره بودند. بیشترین و کمترین میانگین عملکرد دانه به‌ترتیب در تاریخ کاشت ۲۰ آبان (۶۹۳۰ کیلوگرم در هکتار) و پنج دی (۵۷۷۰کیلوگرم در هکتار) بدست آمد. در دو تاریخ کاشت زود هنگام تعداد پنجه‌های بارور و در دو تاریخ کاشت تأخیری وزن هزار دانه همبستگی معنی‌داری با عملکرد دانه داشتند. رقم نسبتاً دیررس خلیل در تاریخ‌های کاشت زودهنگام عملکرد بالاتری نسبت به سایر ارقام داشت. رقم‌های زودرس ستاره و مهرگان در تاریخ کاشت تأخیری (۵ دی) عملکرد دانه بالاتری نسبت تاریخ کاشت زودهنگام (۵ آبان) داشتند. رقم سارنگ با میانگین عملکرد ۵۶۶۰ کیلوگرم در هکتارکمترین نوسان عملکرد را در تاریخ‌های کاشت مورد بررسی داشت. پنجره تاریخ کاشت قابل توصیه و تاریخ کاشت بهینه برای هر رقم متفاوت و در محدوده ۲۵ آبان تا ۲۵ آذر بود. این نتایج بیانگر آن است که انتخاب ارقام زودرس بعنوان یک عامل مهم در مدیریت تلفیقی مزرعه برای کاهش خسارت ناشی از تأخیر در کاشت در مناطق گرم و خشک استان فارس و اقلیم‌های مشابه بسیار موثر است.

واژه‌های کلیدی: گندم نان، تعداد پنجه بارور در گیاه، تعداد روز تا ظهور سنبله، ارتفاع گیاه، وزن هزاردانه.

نگارنده مسئول: stahmasebi2000@yahoo.com   تلفن: ۰۷۱۳۲۶۲۲۴۳۳

مقدمه

تغییرات اقلیمی و به تبع آن افزایش دما و کاهش بارندگی و پراکنش زمانی و مکانی نامناسب آن سبب کاهش عملکرد محصولات کشاورزی از جمله گندم در بیشتر نقاط دنیا شده است (Mohammadi and Javari, 2007; Jalota *et al*., 2012). این کاهش عملکرد می‌تواند به‌دلیل تأثیر گرم شدن هوا بر افزایش تنفس نسبت به فتوسنتز، کاهش جذب مواد غذایی، تولید کمتر وزن خشک، عقیمی سنبلچه‌ها، اختلال در پرشدن دانه و دیگر عوامل فیزیولوژیکی در گیاه باشد (Kobata and Uemuki, 2004).

با توجه به اهمیت تغییرات اقلیمی و تاثیرآن بر تولید محصولات کشاورزی به‌خصوص در مناطق خشک و نیمه‌خشک دنیا، بازنگری و تعیین عوامل زراعی و مدیریتی جهت انطباق با این شرایط ضروری می‌باشد. تغییر در عواملی چون انتخاب رقم مناسب و عوامل مدیریتی می‌تواند در کاهش اثر منفی تغییر اقلیم بر رشد، نمو و عملکرد محصولات کشاورزی نقش بسزایی داشته باشد. عوامل مدیریتی مانند انتخاب عمق مناسب کاشت، تاریخ مطلوب کاشت، آماده‌سازی بهینه زمین، حاصلخیزی خاک از جمله مهم‌ترین عواملی هستند که می‌توانند برای کاهش اثر تنش‌های محیطی بکار گرفته شوند.

تاریخ کاشت از طریق انطباق مراحل رشد و نمو گیاه با تغییرات حرارتی خاک و هوا، طول روز، تبخیر و تعرق، بارندگی، رطوبت هوا و سایر عوامل جوی، شیوع آفات و بیماری‌ها، علف‌های هرز و غیره بر استقرار گیاه، رشد رویشی و زایشی آن و در نهایت عملکرد کمی و کیفیت محصول و برداشت آن تاثیر می‌گذارد (Khajehpour, 2014). اثر تاریخ کاشت به‌دلیل تأثیر آن در مراحل مختلف رشد و نمو گندم مانند بهاره‌سازی، زمستان گذرانی، عملکرد و اجزای آن، تشکیل آغازه‌ها برگ و توسعه آنها و تاج پوشش گیاه توسط محققین مختلف بررسی شده است (Fukushima *et al*., 2005). تاریخ‌های مختلف کشت سبب برخورد مراحل رشد رویشی و زایشی گیاه با دما، تابش خورشیدی و طول روز متفاوت شده و بر رشد، نمو و نیز عملکرد گیاهان تأثیر می‌گذارد (Dadashi and Khajehpour, 2004).

مطالعات اثر تاریخ کاشت بر خصوصیات زراعی و عملکرد دانه گندم نشان داده است که تاریخ کاشت اثر معنی‌داری بر صفاتی مانند تعداد سنبله در واحد سطح، تعداد دانه در سنبله، وزن هزاردانه، روز تا سنبله‌دهی، روز تا رسیدگی، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه و شاخص برداشت دارد به نحوی که اکثر صفات در تاریخ کاشت‌های تأخیری نسبت به تاریخ کاشت به‌موقع کاهش معنی‌داری داشتند (Flowers *et al*., 2006; Ghanbari *et al*., 2012; Ashena *et al*., 2015; Mousavi *et al*., 2021). در تاریخ کاشت‌های تأخیری بدلیل محدودیت‌های محیطی از جمله دمای پایین در

طول رشد رویشی و افزایش دما در طول دوره پر شدن دانه طول دوره رشد کوتاه‌تر می‌شود (Liu *et al.*, 2021). در این شرایط تفاوت مراحل مختلف رشد فنولوژیکی ژنوتیپ‌های زودرس و دیررس به دلیل قرار گرفتن در طول روز مشابه کاهش می‌یابد (Fukushima *et al.*, 2005).

تاخیر درکشت منجر به کوتاه‌شدن طول مراحل رشد و نموی گندم به ویژه در مرحله رشد رویشی می شود و به‌دلیل کاهش تعداد بوته در واحد سطح و هم‌زمان شدن دانه‌بندی با هوای گرم و در نتیجه کاهش منابع فتوسنتزی در اثر کاهش دوره رشد، سبب کاهش اجزای عملکرد و عملکرد نهایی دانه گندم می‌شود (Ashena *et al.*, 2015; Foulkes *et al.*, 2004). از طرفی کاشت زودهنگام نیز باعث افزایش سرعت رشد در مراحل اولیه و ایجاد حساسیت به سرما و خطر بروز بیماری‌ها و آسیب بر اثر شیوع آفات می شود (Paulitz and Steffenson, 2010). تاریخ کاشت بهینه با ایجاد شرایط رشد مناسب و تطابق با عوامل محیطی حادث شده در زمان جوانه‌زنی، استقرار و بقای گیاهچه و در مراحل بعد با ایجاد امکان استفاده حداکثری از عوامل اقلیمی احتمال برخورد گیاه با شرایط و عوامل نامساعد محیطی را نیز کاهش می‌دهد. این شرایط سبب افزایش سرعت جوانه زنی بذر، افزایش تحمل گیاه به سرما در مرحله پنجه زنی، افزایش ارتفاع گیاه، تعداد سنبله، تعداد دانه در سنبله و وزن دانه و در نهایت افزایش عملکرد گندم می گردد (Shirinzadeh *et al.*, 2017).

برخی مطالعات نشان داده است که به ازای هر روز انحراف از تاریخ کاشت بهینه (کشت زودهنگام یا دیرهنگام)، عملکرد دانه گندم حدود یک درصد کاهش می‌یابد (Liu *et al.*, 2021). بنابراین تعیین تاریخ کاشت بهینه برای ارقام جدید زراعی در مناطق کشت هدف از اهمیت بسزایی برخودار است. به همین منظور، در مطالعات زیادی اثر تاریخ کاشت بر عملکرد گندم و تعیین تاریخ کاشت بهینه ارقام زراعی در اقلیم‌های مختلف ایران مطالعه شده است (Ahmadi *et al.*, 2008; Jafarnejhad *et al.*, 2009; Kalateh Arabi *et al.*, 2011; Ghanbari *et al.*, 2012; Ashena *et al.*, 2015; Shirinzadeh *et al.*, 2017; Mousavi *et al.*, 2021).

در اقلیم گرم و خشک کشت گندم با محدودیت‌های زیادی همراه است. بطور کلی زمان کاشت گندم در این اقلیم از ۲۰ آبان لغایت ۳۰ آذر می‌باشد و مناسب‌ترین زمان کاشت برای ارقام مختلف نیمه آبان لغایت نیمه آذر توصیه شده است (Esmaeizadeh Moghadam *et al.*, 2017; Esmaeizadeh Moghadam *et al.*, 2019; Esmaeizadeh Moghadam *et al.*, 2020). نظام‌های زراعی در اقلیم گرم جنوب بخصوص در استان فارس بیشتر مبتنی بر غلات است که گندم عمدتاً بعد از محصولاتی مانند ذرت و پنبه

کشت می شود. در این شرایط در بیشتر موارد کشت گندم با تأخیر همراه است و دستیابی به عملکرد بالا در این شرایط با مشکل مواجه می‌شود.

هدف از این پژوهش بررسی اثر تاریخ کاشت بر عملکرد دانه و صفات زراعی مرتبط با عملکرد و همچنین بررسی واکنش ارقام تجاری گندم نسبت به تغییر تاریخ کاشت و تعیین پنجره تاریخ کاشت بهینه برای آنها در مناطق گرم و خشک استان فارس بود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی داراب واقع در جنوب شرقی استان فارس با طول جغرافیایی ۵۴ درجه و ۱۷ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۲۸ درجه و ۴۷ دقیقه شمالی و ارتفاع از سطح دریا ۱۰۷۹ متر با میانگین بارندگی سالانه ۲۴۸ میلی‌متر در سال‌های زراعی ۹۸-۱۳۹۷ و ۹۹-۱۳۹۸ انجام شد. داده‌های هواشناسی ایستگاه داراب در دو سال آزمایش در جدول ۱ ارائه شده است.

آزمایش بصورت کرت های خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. کرت‌های اصلی شامل پنج تاریخ کاشت ۵ آبان، ۲۰ آبان، ۵ آذر، ۲۰ آذر و ۵ دی و کرت‌های فرعی شامل ارقام جدید تجاری گندم نان شامل مهرگان، برات، خلیل، سارنگ و ستاره بودند. خصوصیات این ارقام (Malihipour *et al.*, 2020) در جدول ۲ ارائه شده است. هر کرت فرعی شامل چهار پشته به طول پنج متر و به عرض ۶۰ سانتیمتر بود که بر روی هر پشته سه ردیف گندم به فاصله ۱۵ سانتیمتر بر اساس تراکم کاشت ۴۰۰ بذر در مترمربع در تاریخ‌های کاشت مورد نظر با بذرکار آزمایشی کشت شد. کودهای فسفاته و پتاسه قبل از کاشت همزمان با آماده‌سازی زمین مصرف شد و نیتروژن مورد نیاز هر کرت محاسبه وکود اوره در سه نوبت (همزمان با کاشت، مرحله پنجه‌زنی و گلدهی) براساس آزمون خاک استفاده گردید.

در طول فصل زراعی تاریخ ظهور سنبله، تاریخ رسیدگی فیزیولوژیکی، ارتفاع گیاه، عملکرد دانه، تعداد سنبله در مترمربع، تعداد دانه در سنبله، وزن هزاردانه و شاخص برداشت اندازه‌گیری شد. ارتفاع گیاه با اندازه گیری ارتفاع پنج گیاه تصادفی از نقاط مختلف کرت اندازه‌گیری شد. قبل از برداشت یک متر مربع از هر کرت از سطح زمین بطور کامل برداشت شد و تعداد سنبله در متر مربع شمارش و شاخص برداشت محاسبه گردید. عملکرد دانه با برداشت کل سطح کرت (به همراه یک متر مربع برداشت شده قبل از برداشت) محاسبه گردید و وزن هزار دانه نیز از طریق یک نمونه تصادفی از دانه‌های برداشت شده اندازه‌گیری شد. شمارش تعداد دانه در سنبله با انتخاب ۱۰سنبله تصادفی انجام شد.

جدول ۱. داده‌های هواشناسی ایستگاه داراب در دو سال زراعی ۹۸–۱۳۹۷ و ۹۹–۱۳۹۸

Table 1. Meteorological data of Darab field station in 2018-19 and 2019-20 cropping seasons

		سال زراعی ۹۸–۱۳۹۷ 2018-19 cropping season				سال زراعی ۹۹–۱۳۹۸ 2019-20 cropping season			
Month	ماه	میانگین کمینه دما (درجه سانتیگراد) Average of Min. (°C)	میانگین بیشینه دما (درجه سانتیگراد) Average of Max. (°C)	میانگین دما (درجه سانتیگراد) Average (°C)	بارندگی (میلیمتر) Rainfall (mm)	میانگین کمینه دما (درجه سانتیگراد) Average of Min. (°C)	میانگین بیشینه دما (درجه سانتیگراد) Average of Max. (°C)	میانگین دما (درجه سانتیگراد) Average (°C)	بارندگی (میلیمتر) Rainfall (mm)
Sep.-Oct.	مهر	17.8	32.8	25.3	7.4	18.4	35.4	26.9	0.2
Oct.-Nov.	آبان	11.9	24.8	18.4	40.8	10.8	26.2	18.5	26.1
Nov.-Dec.	آذر	5.6	20.9	13.2	22.5	6.3	19.8	13.1	117.3
Dec.-Jan.	دی	4.2	18.6	11.4	21.7	3.9	17.6	10.8	122.8
Jan.-Feb.	بهمن	5.5	17.9	11.7	94.2	3.8	18.3	11.1	24.6
Feb.-Mar.	اسفند	5.9	20.1	13.0	52.9	7.9	23.1	15.5	9.4
Mar.-Apr.	فروردین	12.2	24.6	18.4	103.4	10.8	23.6	17.2	158.7
Apr.-May.	اردیبهشت	15.1	32.0	23.5	8.4	15.8	31.9	23.9	24.5
May-June.	خرداد	21.9	40.2	31	3.1	21.3	40.5	30.9	2.6
Mean temperature.	میانگین دما	11.1	25.8	18.4	–	11	26.3	18.6	–
Total rainfall	جمع بارندگی				354.4				486.2

جدول ۲- نام، شجره و برخی خصوصیات ارقام گندم نان

Table 1. Name, pedigree and some characteristics of bread wheat cultivars

Cultivar	رقم	سال آزادسازی Year of release	شجره Pedigree	تاریخچه انتخاب Selection history	میانگین ارتفاع گیاه (سانتیمتر) Mean of plant height (cm)	Maturity status	وضعیت رسیدگی	میانگین وزن هزار دانه (گرم) Mean thousand grain weight (g)	میانگین عملکرد دانه (تن در هکتار) Mean of grain yield (ton h^{-1})	میانگین درصد پروتئین دانه Mean of grain protein (%)
Mehrgan	مهرگان	2014	OASIS/SKAUZ//4*BCN/3/2*PASTOR	CMSS-00Y01881T-050M-030Y-030M-030WGY-33M-0Y	89	Early	زودرس	40	5.69	13.40
Barat	برات	2015	SLVS*2/PASTOR	CMSS98Y03489F-040M-0100M-040Y-020M-040SY-28M-0Y-0SY	97	Relatively early	نسبتاً زودرس	40	6.43	12.10
Khalil	خلیل	2016	Bow"s"/Vee"s"//1-60-3/3/Cocoraque 75/4/Chamran	Not available	91	Medium to late	متوسطرس تا دیررس	35	5.83	12.90
Sarang	سارنگ	2017	PRL/2*PASTOR/4/CHOIX/STAR/3/HE1/3*CNO79//2*SERI	CMSS02Y00596S-33Y-0M-099Y-5M-0WGY-0B	93	Medium	متوسط رس	43	6.32	12.70
Setareh	ستاره	2018	Dez/SW891882	Not available	74	Early	زودرس	42	4.92	12.20

برای بررسی واکنش ارقام گندم در پاسخ به تغییر تاریخ کاشت اعمال شده از برازش وایازی خطی و غیر خطی استفاده شد (Naderi, 2013). معیار انتخاب برازش عملکرد دانه در پاسخ به تغییرات تاریخ کاشت، بالاتر بودن ضریب تشخیص (R^2) بود. برای رسم نمودار وایازی روند تغییرات عملکرد دانه از نرم افزار آفیس در محیط Excel استفاده گرید. برای تعیین پنجره تاریخ کاشت بهینه هر رقم از مشتق‌گیری از تابع عملکرد دانه نسبت به تاریخ کاشت (dGY/dX) استفاده شد و در معادله وایازی مربوطه با قراردادن معادله مشتق برابر صفر، مقدار X (تاریخ کاشت بهینه) تعیین گردید (Naderi, 2013).

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها و مقایسه میانگین‌ها و همچنین محاسبه همبستگی بین صفات با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS انجام شد. برای تجزیه واریانس اثر سال تصادفی و سایر آثار ثابت در نظر گرفته شد. مقایسه میانگین ها با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد انجام شد.

نتایج و بحث

تعداد روز تا ظهور سنبله

تجزیه واریانس مرکب داده‌ها نشان داد که اثرسال، تاریخ کاشت و رقم بر تعداد روز تا ظهور سنبله در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود (جدول ۳). اثر متقابل تاریخ کاشت × رقم، سال × تاریخ کاشت، سال × رقم و نیز اثر متقابل سال × تاریخ کاشت × رقم نیز معنی‌دار بودند. معنی‌دار بودن اثر متقابل تاریخ کاشت × رقم نشان داد که روند مرحله ظهور سنبله رقم‌ها در تاریخ‌های کاشت مختلف یکسان نبود. مقایسه میانگین ها نشان داد که بیشترین تعداد روز تا ظهور سنبله مربوط به تاریخ کاشت اول و دوم (۵ و ۲۰ آبان) با میانگین ۱۲۴ روز و کمترین آن مربوط به تاریخ کاشت پنج دی با میانگین ۱۰۴ روز بود (جدول ۴). رقم ستاره با میانگین ۱۱۳ و ارقام خلیل و برات با میانگین ۱۲۰ روز به ترتیب کمترین و بیشترین تعداد روز تا ظهور سنبله را در میان ارقام گندم نان مورد بررسی داشتند (جدول ۵).

مقایسه میانگین روز تا ظهور سنبله ارقام در هر تاریخ کاشت نیز نشان داد که ارقام ستاره و مهرگان به ترتیب زودتر از سایر ارقام به مرحله ظهور سنبله رسیدند (جدول ۶). از آنجا که گندم گیاهی روز بلند است، روزهای بلندتر باعث می‌شود تا طول دوره مراحل نموی آن کوتاه‌تر شده و قبل از اینکه اندام‌های رویشی برای ایجاد منبع فیزیولوژیک به‌طور کامل توسعه یابند، وارد مرحله زایشی شود و در طول دوره رشد با کمبود مواد فتوسنتزی و کاهش عملکرد مواجه شوند (Kalateh Arabi *et al.*, 2011). نتایج این پژوهش نشان داد که در تاریخ کاشت پنج دی، تعداد روز تا ظهور سنبله به‌طور میانگین

جدول ۳- تجزیه واریانس مرکب برای عملکرد دانه و صفات زراعی رقم‌های گندم در تاریخ‌های کاشت مختلف

Table 3. Combined analysis of variance for grain yield and agronomic traits of bread wheat cultivars at different sowing dates

S.O.V.	منبع تغییرات	درجه آزادی D.f.	Mean Squares میانگین مربعات							
			روز تا ظهور سنبله Day to heading	روز تا رسیدگی فیزیولوژیکی Day to physiological maturity	ارتفاع گیاه Plant height	تعداد سنبله در متر مربع Spike no. m^{-2}	تعداد دانه در سنبله Grain no. $spike^{-1}$	وزن هزار دانه 1000 grain weight	شاخص برداشت Harvest index	عملکرد دانه Grain yield
Year (Y)	سال	1	661.0*	374.5**	5198.0**	582063**	68.8	114.2	0.096**	2.00
Replication (R) (Y)	تکرار (سال)	4	32.3	14.5	37.0	18470	40.8	28.9	0.004	4.30
Planting date (D)	تاریخ کاشت	4	2174.0**	8802.0**	394.8**	6042	128.0	106.8**	0.008*	6.70**
Y × D	سال × تاریخ کاشت	4	56.2*	112.9*	153.6**	32775**	74.4^{s}	21.4	0.004	14.60**
R (Y × D)	تکرار (سال × تاریخ کاشت)	16	14.9	30.2	72.1	5567	96.7	7.7	0.002	1.02
Cultivar (C)	رقم	4	263.2**	278.1**	4175**	51165**	238.2**	66.7**	0.002**	5.50**
Y × C	سال × رقم	4	19.9**	24.9*	73.9*	14032*	174.6*	4.9	0.003	0.20
C × D	تاریخ کاشت × رقم	16	15.5**	5.3	53.3*	8329	63.9	7.1**	0.001	1.10**
Y × D× C	سال × تاریخ کاشت × رقم	16	9.4**	10.5	27.6	4454	91.3	8.4**	0.004*	1.64**
Error	خطا	80	2.9	7.1	29.3	4799	53.2	3.1	0.002	0.41

* and **: Significant at the 5% and 1% probability levels, respectively.

* و **: به ترتیب معنی دار در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد.

جدول ۴- مقایسه میانگین خصوصیات زراعی و عملکرد دانه در پنج تاریخ کاشت

Table 4. Mean comparison of agronomic characteristics and grain yield in five sowing dates

Sowing date	تاریخ کاشت	روز تا ظهور سنبله Day to heading	روز تا رسیدگی Day to physiological aturity	ارتفاع گیاه (سانتیمتر) Plant height (cm)	تعداد سنبله در متر مربع Spike no. m^{-2}	تعداد دانه در سنبله Grain no. $spike^{-1}$	وزن هزار دانه (گرم) 1000 grain weight (g)	شاخص برداشت (٪) Harvest index (%)	عملکرد (تن در هکتار) Grain yield (ton ha^{-1})
27 Oct.	۵ آبان	124.4a	183.4a	98.0b	465.6a	33.2	42.7b	37.6b	5.93c
11 Nov.	۲۰ آبان	124.9a	172.4b	102.8a	474.1a	36.6	44.4a	39.8ab	6.93a
26 Nov.	۵ آذر	120.7b	163.6c	97.6b	446.8ab	37.2	43.2ab	40.9a	6.55ab
11 Dec.	۲۰ آذر	114.4c	150.4d	94.9b	430.8ab	34.7	42.6b	40.9a	6.18bc
26 Dec.	۵ دی	104.5d	140.3e	93.3b	404.5b	38.4	39.3c	39.1ab	5.77c

میانگین هایی، در هر ستون، که دارای حداقل یک حرف مشترک می باشند براساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی دار ندارند.

Means, in each column, followed by one letter in common are not significantly different at the 5% probability level-using Duncan's Multiple Range Test.

جدول ۵- مقایسه میانگین خصوصیات زراعی و عملکرد دانه ارقام گندم نان مورد مطالعه

Table 5. Mean comparison of agronomic characteristics and grain yield of bread wheat cultivars

Cultivar	رقم	روز تا ظهور سنبله Day to heading	روز تا رسیدگی Day to physiological maturity	ارتفاع بوته (سانتی‌متر) Plant height (cm)	تعداد سنبله در متر مربع Spike no. m^{-2}	تعداد دانه در سنبله Grain no. $spike^{-1}$	وزن هزار دانه (گرم) 1000 grain weight (g)	شاخص برداشت (٪) Harvest index (%)	عملکرد (تن در هکتار) Grain yield (ton ha^{-1})
Mehrgan	مهرگان	116.9c	161.0c	99.4c	415.2b	40.0a	42.6b	40.5ab	6.24b
Barat	برات	120.1a	163.4b	106.8a	460.3ab	35.6bc	41.4c	37.2d	6.35ab
Khalil	خلیل	120.4a	165.3a	102.9b	470.9ab	36.0bc	40.9c	38.2cd	6.64a
Sarang	سارنگ	118.0b	163.0b	100.7bc	500.1a	32.1c	44.8a	39.7bc	6.56ab
Setareh	ستاره	113.5d	157.3d	76.8d	377.3c	36.4ab	42.5b	42.7a	5.56c

میانگین هایی، در هر ستون، که دارای حداقل یک حرف مشترک می باشند براساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی دار ندارند.

Means, in each column, followed by one letter in common are not significantly different at the 5% probability level-using Duncan's Multiple Range Test.

۲۰ روز نسبت به تاریخ کاشت پنج آبان کوتاه تر بود (جدول ۴). تاخیر در کاشت، گیاه را با میانگین درجه حرارت روز بالاتری روبرو و در نتیجه با کاهش طول دوره رشد، سبب کاهش روزهای لازم برای رسیدن به مرحله ظهور سنبله می شود (Kalateh Arabi *et al*., 2011).

تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک

تجزیه واریانس مرکب داده‌ها نشان داد که اثرسال، تاریخ کاشت و رقم بر تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیکی در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود (جدول ۳). اثر متقابل سال × تاریخ کاشت و سال × رقم نیز معنی‌دار، اما اثر متقابل تاریخ کاشت × رقم و نیز اثر متقابل سال ×تاریخ کاشت × رقم معنی‌دار نبود. بیشترین تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک ارقام مربوط به تاریخ کاشت اول (پنج آبان) با میانگین ۱۸۳ روز و کمترین آن مربوط به تاریخ کاشت پنج دی با میانگین ۱۴۰ روز بود (جدول ۴). تاخیر در کاشت گیاه را با میانگین درجه حرارت روز بالاتری روبرو و در نتیجه با کاهش طول دوره رشد سبب کاهش روزهای لازم برای رسیدن به مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی می‌شود (Ahmadi *et al*., 1999; Ashena *et al*., 2015).

در تاریخ کاشت زودهنگام، دوره رسیدگی طولانی‌تر به‌دلیل دریافت دیرتر میانگین درجه حرارت مورد نیاز برای تکمیل مرحله رشد رویشی و ورود به مرحله رشد زایشی گیاه است (Ghanbari *et al*., 2012). رقم ستاره با میانگین ۱۵۷ روز و ارقام خلیل و برات با میانگین ۱۶۵ روز به ترتیب زودرس‌ترین و دیررس‌ترین ارقام بودند. دیر رسی نسبی رقم خلیل و زودرسی قابل توجه رقم ستاره از خصوصیات این ارقام ذکر شده است (Malihipour *et al*., 2020). مقایسه میانگین های تعداد روز تا ظهور سنبله ارقام در هر تاریخ کاشت نشان داد که در کلیه تاریخ‌های کاشت ارقام ستاره و مهرگان به‌ترتیب زودرس‌تر از سایر ارقام بودند (جدول ۵).

ارتفاع گیاه

اثر تاریخ کاشت و رقم بر ارتفاع گیاه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). اثر سال، اثر متقابل سال × رقم و نیز تاریخ کاشت × رقم در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار ولی اثر متقابل سال × تاریخ کاشت و سال × تاریخ کاشت × رقم بر ارتفاع گیاه معنی‌دار نبودند. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین میانگین ارتفاع گیاه مربوط به تاریخ کاشت دوم (۲۰ آبان) با میانگین ۱۰۳ سانتیمتر و کمترین آن مربوط به تاریخ کاشت پنج دی با میانگین ۹۳ سانتیمتر بود (جدول ۴). ارقام برات و ستاره به‌ترتیب با میانگین ۱۰۷ و ۷۷ سانتی‌متر بلندترین و کوتاهترین ارتفاع گیاه را در بین ارقام گندم نان مورد بررسی داشتند (جدول ۵).

مقایسه میانگین ارتفاع گیاه ارقام در هر تاریخ کاشت نشان داد که در کلیه تاریخ‌های کاشت مورد مطالعه رقم ستاره کوتاهترین

ارتفاع گیاه را داشت (جدول ۶). به‌طور کلی نتایج این پژوهش حاکی از تغییرات زیاد برای ارتفاع گیاه در ارقام مورد بررسی بود. یکی از آثار افزایش طول دوره رشد، طویل شدن ارتفاع گیاه است. تاخیر درکاشت و در نتیجه کاهش طول دوره رشد، ارتفاع گیاه را کاهش می‌دهد (Mcleod *et al.*, 1992). بایگی و همکاران (Baygi *et al.*, 2017) و احمدامینی و همکاران (Ahmadamini *et al.*, 2011) نیز در بررسی ارقام مختلف گندم در تاریخ کاشت‌های متفاوت، کاهش ارتفاع گیاه در تاریخ کاشت‌های تأخیری را گزارش کردند.

تعداد سنبله در مترمربع

تجزیه واریانس مرکب داده‌ها نشان داد که اثرسال و رقم بر تعداد سنبله در متر مربع در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود (جدول ۳). اثر متقابل سال × تاریخ کاشت و سال × رقم در سطح احتمال یک درصد و سایر اثرهای متقابل بر تعداد سنبله در متر مربع در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بودند. معنی‌دار بودن اثر متقابل تاریخ کاشت × رقم نشان دهنده آن بود که روند تغییرات تعداد سنبله در مترمربع برای ارقام مورد مطالعه در تاریخ‌های کاشت مورد بررسی یکسان نبود.

مقایسه میانگین ها نشان داد که بیشترین تعداد سنبله در واحد سطح مربوط به تاریخ کاشت دوم (۲۰ آبان) با میانگین ها ۴۷۴ سنبله در متر مربع و کمترین آن مربوط به تاریخ کاشت پنج دی با میانگین ۴۰۴ سنبله در متر مربع بود(جدول ۴). بیشترین میانگین تعداد سنبله در مترمربع مربوط به رقم سارنگ با میانگین ۵۰۰ سنبله در متر مربع و کمترین آن متعلق به رقم ستاره با میانگین ۳۷۷ سنبله در متر مربع بود (جدول ۵). در این بررسی، تاریخ‌های کاشت مختلف، با تغییر در طول دوره رشد ارقام گندم نان، تاثیر معنی‌داری بر تعداد سنبله در مترمربع داشتند. در مطالعه بایگی و همکاران (Baygi *et al.*, 2017) و روان و همکاران (Ravan *et al.*, 2016) نیز تاخیر در کاشت گندم موجب کاهش تعداد سنبله در مترمربع شد.

تعداد دانه در سنبله

ارقام گندم نان مورد بررسی تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد از نظر تعداد دانه در سنبله داشتند (جدول ۳). اثر متقابل سال × رقم در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود، اما سایر اثرهای متقابل معنی‌دار نشدند. بیشترین میانگین تعداد دانه در سنبله به رقم مهرگان با میانگین ۴۰ دانه در سنبله تعلق گرفت (جدول ۵). نتایج این پژوهش نشان داد که تاریخ کاشت تاثیر معنی‌داری بر تعداد دانه در سنبله نداشت. در مطالعه موسوی و همکاران (Mousavi *et al.*, 2021) تأخیر در تاریخ کاشت بطور میانگین سبب کاهش ۱۸ درصدی تعداد دانه در سنبله ارقام مورد بررسی شد. شیرین‌زاده و همکاران (Shirinzadeh *et al.*, 2017) نیز در تاریخ کاشت زودهنگام و همچنین تاریخ کاشت‌های

تأخیری کاهش تعداد دانه در سنبله ارقام گندم را گزارش کردند. عدم تأثیر تاریخ کاشت بر تعداد دانه در سنبله می‌تواند به‌دلیل بروز شرایط خاص مانند خنک بودن نسبی دمای هوا در زمان گرده‌افشانی در تاریخ کاشت‌های دیرهنگام باشدکه موجب گرده‌افشانی نسبتاً مناسب و در نتیجه عدم کاهش قابل توجه تعداد دانه در سنبله شد (جدول۵).

وزن هزار دانه

تجزیه واریانس مرکب داده‌ها نشان داد که اثر تاریخ کاشت، رقم و اثر متقابل رقم × تاریخ کاشت و نیز سال × رقم × تاریخ کاشت بر وزن هزاردانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). بیشترین میانگین وزن هزاردانه در تاریخ کاشت ۲۰ آبان (۴۴/۴ گرم) و در میان ارقام متعلق به رقم سارنگ با ۴۴/۸ گرم بود (جدول ۴). مقایسه میانگین‌های وزن هزاردانه ارقام گندم نان در هریک از تاریخ کاشت‌ها در دو سال آزمایش نشان داد که در دو تاریخ کاشت آخر (دیرهنگام) وزن هزاردانه رقم سارنگ بیشتر ازسایر ارقام بود (جدول ۶).

نتایج این پژوهش نشان دادکه تاریخ کاشت تاثیر معنی‌داری بر وزن هزاردانه دارد. در کشت‌های دیرهنگام (پنج دی) و مواجه شدن مرحله پرشدن دانه با گرمای انتهای فصل، وزن هزار دانه کاهش معنی‌داری داشت. وزن هزاردانه تحت تأثیر عواملی است که بعد از مرحله گرده‌افشانی بروز می‌کنند. وزن نهایی دانه تابعی از سرعت و طول دوره پرشدن دانه است. این دو صفت تحت تأثیر تأخیر در کاشت کاهش می یابد و موجب افت وزن هزاردانه می‌گردد (Radmehr *et al*., 1977; Bruckner *et al*., 1987). بررسی اثر تاریخ کاشت بر این صفت در مطالعات دیگر نیز گویای تنوع ارقام و کاهش این صفت در تاریخ کاشت‌های تأخیری بوده است (Ghanbari *et al*., 2012; Shirinzadeh *et al*., 2017; Mousavi *et al*., 2021).

شاخص برداشت

تجزیه واریانس مرکب داده ها نشان داد که اثر سال و تاریخ کاشت بر شاخص برداشت معنی‌دار بود (جدول ۳). ارقام گندم نان نیز از نظر شاخص برداشت در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی دار نشان دادند. اثر متقابل سال × تاریخ کاشت × رقم نیز بر شاخص برداشت معنی‌دار بود. کمترین میانگین شاخص برداشت مربوط به تاریخ کاشت پنج آبان بود (جدول ۴). در سایر تاریخ‌های کاشت تفاوت معنی‌داری از لحاظ میانگین شاخص برداشت مشاهده نشد. بیشترین میانگین شاخص برداشت ارقام گندم نان با میانگین ۴۳ درصد به رقم ستاره و کمترین آن به ارقام برات و خلیل تعلق داشت. رقم ستاره به دلیل پاکوتاهی نسبت به سایر ارقام دارای شاخص برداشت بالایی بود (Javadi *et al*., 2021). در بررسی ممتازی و امام (Momtazi and Emam, 2006) نیز ارقام با ارتفاع گیاه کوتاهتر شاخص برداشت بیشتری داشتند.

جدول ۶- مقایسه میانگین اثر متقابل تاریخ کاشت × رقم بر خصوصیات زراعی و عملکرد دانه ارقام گندم

Table 6. Mean comparison of sowing date × cultivar interaction effect on agronomic charactersitics and grain yield of bread wheat cultivars

Sowing date	تاریخ کاشت	Cultivar	رقم	روز تا ظهور سنبله Day to heading	روز تا رسیدگی Day to physiological maturity	ارتفاع گیاه (سانتیمتر) Plant height (cm)	تعداد سنبله در متر مربع Spike no. m^{-2}	تعداد دانه در سنبله Grain no. spike^{-1}	وزن هزار دانه (گرم) 1000 grain weight (g)	شاخص برداشت (٪) Harvest index (%)	عملکرد (تن در هکتار) Grain yield (ton ha^{-1})
		Mehrgan	مهرگان	125.5a	184.0ab	100.0a	451.7b	33.3a	43.1ab	37.4a	5.65b
		Barat	برات	126.8a	184.2ab	105.2a	476.1ab	34.2a	40.9b	34.3a	6.20ab
27 Oct.	۵ آبان	Khalil	خلیل	127.8a	187.0a	102.0a	514.00a	32.1a	41.7ab	35.1a	6.68a
		Sarang	سارنگ	126.2a	183.3ab	103.3a	486.4ab	34.1a	44.5a	39.6a	6.19ab
		Setareh	ستاره	115.8b	178.5b	79.3a	397.6c	32.6a	43.3ab	41.5a	4.86c
		Mehrgan	مهرگان	122.5c	170.0c	105.8ab	425.4b	41.3a	43.5b	41.6a	6.75b
		Barat	برات	127.7a	173.7b	111.5a	518.1a	32.0a	43.5b	37.1b	6.95b
11 Nov.	۲۰ آبان	Khalil	خلیل	128.2a	177.3a	112.3a	5002.00a	39.8a	43.9ab	38.2ab	7.98a
		Sarang	سارنگ	124.8b	173.8b	100.5b	535.1a	32.4a	45.7a	40.6ab	7.02b
		Setareh	ستاره	121.2c	167.0c	84.0c	393.6c	37.7a	45.2ab	41.6a	5.97c
		Mehrgan	مهرگان	118.7c	161.7b	101.7a	405.1bc	42.8a	43.7ab	42.3ab	6.49a
		Barat	برات	123.7a	165.0a	106.2a	481.2ab	36.2ab	41.4b	38.7b	6.94a
26 Nov.	۵ آذر	Khalil	خلیل	124.2a	167.2a	101.0a	465.5ab	35.6ab	43.5ab	39.5b	6.70a
		Sarang	سارنگ	120.2b	164.7a	102.8a	545.7a	28.2b	45.4a	38.8b	6.90a
		Setareh	ستاره	116.8c	159.7b	76.3b	337.6c	43.1a	42.2b	45.0a	5.70b
		Mehrgan	مهرگان	113.7cd	149.5b	98.5b	408.6b	37.9a	43.1b	42.5ab	6.29a
		Barat	برات	116.0a	152.3a	104.8a	415.6b	37.8a	41.8b	38.1c	5.95ab
11 Dec.	۲۰ آذر	Khalil	خلیل	115.7ab	152.7a	100.8ab	457.2ab	35.2ab	39.3c	40.4abc	6.65a
		Sarang	سارنگ	114.3bc	151.8a	100.3ab	498.5a	30.2b	46.1a	39.4bc	6.59a
		Setareh	ستاره	112.3d	145.7c	70.0c	380.3c	32.2ab	42.5b	44.0a	5.39b
		Mehrgan	مهرگان	104.3b	139.7b	91.2c	385.00b	44.9a	39.7ab	38.8a	6.02a
		Barat	برات	106.3a	142.0a	106.5a	408.00a	37.8a	39.4b	37.6a	5.72a
26 Dec.	۵ دی	Khalil	خلیل	106.3a	142.5a	98.2b	415.8a	37.5a	36.1c	37.9a	5.18b
		Sarang	سارنگ	104.3b	141.5ab	96.3bc	435.9a	35.7a	42.0a	39.8a	6.10a
		Setareh	ستاره	101.3c	135.8c	74.5d	379.5b	36.3a	39.3b	41.3a	5.86a

میانگین هایی، در هر ستون، که دارای حداقل یک حرف مشترک می باشند براساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی دار ندارند.

Means, in each column, followed by one letter in common are not significantly different at the 5% probability level-using Duncan's Multiple Range Test.

عملکرد دانه

تجزیه واریانس مرکب داده‌ها نشان داد که اثر تاریخ کاشت، رقم و اثرهای متقابل آنها بر عملکرد دانه معنی دار بود (جدول ۳). با تاخیر درکاشت گندم، عملکرد دانه به‌صورت معنی‌داری کاهش یافت. بیشترین میانگین عملکرد دانه (۶/۹۳ تن در هکتار) در تاریخ کاشت ۲۰ آبان و کمترین آن (۵/۷۷ تن در هکتار) در تاریخ کاشت پنج دی بدست آمد (جدول ۴). در تاریخ‌های کاشت ۲۰ آبان و پنج آذر، ارقام با استفاده از شرایط مناسب محیطی در پاییز از رشد اولیه و استقرار خوبی برخوردار بودند و با زمستان‌گذرانی بوته‌های قوی، در بهار با وضعیت رشد خوبی به ساقه رفته و در نهایت با سپری کردن دوران گلدهی و پرشدن دانه در دمای مطلوب عملکرد مناسبی داشتند. ببیشترین (۶/۶۴ تن در هکتار) و کمترین میانگین عملکرد دانه (۵/۵۶ تن در هکتار) به ترتیب به ارقام خلیل و ستاره تعلق داشت (جدول ۵). این درحالی بود که بین ارقام خلیل، سارنگ و برات تفاوت معنی‌داری وجود نداشت.

در تاریخ کاشت اول، دوم و چهارم رقم خلیل بیشترین عملکرد دانه را دارا بود (جدول ۶). در حالی که در تاریخ کاشت سوم بیشترین عملکرد دانه به رقم برات تعلق گرفت. در تاریخ کاشت پنجم (دیرهنگام) ارقام زودرس مهرگان و ستاره عملکرد دانه نسبتاً بالاتری را نسبت به تاریخ کاشت اول دارا بودند. رقم نسبتاً دیررس خلیل کمترین عملکرد دانه را در تاریخ کاشت پنجم داشت. ارقام نسبتاً دیررس خلیل و برات در تاریخ‌های کاشت زودهنگام از عملکرد دانه خوبی برخوردار بودند. رقم‌های زودرس ستاره و مهرگان تغییرات عملکرد دانه کمتری در تاریخ‌های کاشت دیرهنگام داشتند. رقم سارنگ عملکرد دانه نسبتاً بالا و پایداری در کلیه تاریخ‌های کاشت داشت (جدول ۶). کمتر بودن تغییرات عملکرد دانه در تاریخ‌های مختلف کاشت در این ارقام را می‌توان به زودرسی آنها و تکمیل سریع‌تر مراحل رشدی حتی در تاریخ‌های کاشت دیرهنگام و عدم مواجه شدن آنها با تنش گرمای آخر فصل نسبت داد (McDonald *et al*., 1983). نتایج این پژوهش با نتایج گزارش شده در مطالعات دیگر (McDonald *et al*., 1983; Flowers *et al*., 2006; Kalateh Arabi *et al*., 2011; Ghanbari *et al*., 2012; Baygi *et al*., 2017; Shirinzadeh *et al*., 2017; Mousavi *et al*., 2021) در رابطه با تغییرات عملکرد دانه در تاریخ‌های مختلف کاشت و اثر متقابل آنها مطابقت داشت.

رابطه خصوصیات زراعی و عملکرد دانه در تاریخ کاشت های مختلف

ضرایب همبستگی بین خصوصیات زراعی مورد مطالعه با عملکرد دانه در هر تاریخ کاشت در جدول ۷ ارائه شده است. همبستگی تعداد روز تا ظهور سنبله با عملکرد دانه در

تـــاریخ کاشـــت اول مثبـــت و معنـــی‌دار بـــود درحالی‌کـه در تـاریخ کاشـت چهـارم منفـی و معنـی دار و در تـاریخ کاشـت پـنجم منفـی و غیرمعنی‌دار بـود (جـدول ۷). در تـاریخ کاشـت زودهنگام با کاهش تعـداد روز تـا ظهـور سـنبله عملکرد دانه به‌طور معنی‌داری کاهش یافت، اما در تاریخ کاشت‌های تـاخیری بـا کـاهش تعـداد روز تا ظهور سنبله عملکـرد دانـه افـزایش نشـان داد. همبســـتگی تعـــداد روز تـــا رســـیدگی فیزیولوژیکی با عملکرد دانـه نیـز در سـه تـاریخ کاشت سوم، چهارم و پنجم منفی و معنی‌دار بود (جدول ۷).

جدول ۷ – ضرایب همبستگی بین خصوصیات زراعی و عملکرد دانه در ارقام گندم نان مورد مطالعه در پنج تاریخ کاشت مختلف

Table 7. Correlation coefficient between agronomic characteristics and grain yield of bread cultivars at five different sowing dates

Characteristic	خصوصیت	Sowing date تاریخ کاشت ۵ آبان 27 Oct.	۲۰ آبان 11 Nov.	۵ آذر 26 Nov.	۲۰ آذر 11 Dec.	۵ دی 26 Dec.
Day to heading	روز تا ظهور سنبله	0.54**	0.13	0.17	-0.52**	-0.31
Day to physiological maturity	روز تا رسیدگی فیزیولوژیکی	0.14	-0.21	-0.54**	-0.54**	-0.36*
Plant height	ارتفاع گیاه	0.59**	0.47**	0.23	0.26	0.43**
Spike no. m^{-2}	تعداد سنبله در متر مربع	0.36*	0.61**	0.26	0.35	0.14
Grain no $spike^{-1}$	تعداد دانه در سنبله	-0.21	0.12	0.15	0.22	0.19
1000 grain weight	وزن هزار دانه	-0.40*	-0.05	0.21	0.37*	0.46**
Harvest index	شاخص برداشت	-0.02	0.18	0.08	0.27	-0.24

* و **: به ترتیب معنی دار در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد.

* and **: Significant at the 5% and 1% probability levels, respectively.

نتایج این پژوهش نشان داد که تنـوع زیـادی برای تعداد روز تا ظهور سنبله و روز تا رسیدگی فیزیولوژیکی در میان ارقام گندم وجود داشـت. به نظـر می‌رسـد کـه در تـاریخ کاشـت تـاخیری بدلیل مواجه شدن با تـنش گرمـای آخـر فصـل، گیاه معمولا با سازکار فـرار از تـنش طـول دوره رشد زایشـی را زودتـر تکمیـل می‌کنـد. در ایـن شـرایط معمــولا همبســتگی عملکــرد دانــه بــا خصوصیات زراعـی مـرتبط بـا آن منفـی اسـت، درحـالی کـه در تـاریخ کاشـت زود هنگـام بـا افـزایش طـول دوره رشـد رویشـی و زایشـی، عملکـرد دانـه نیـز افـزایش می‌یابـد. همبسـتگی ارتفاع گیاه با عملکرد دانـه در کلیـه تاریخ‌هـای کاشــت مثبــت و در تــاریخ کاشــت اول، دوم و پــنجم معنــی‌دار بــود (جــدول ۷). ایــن رابطــه نشان دهنده اثر مثبت ارتفـاع گیـاه و بـه تبـع آن زیست توده در افـزایش عملکـرد دانـه می‌باشـد (Baygi *et al*., 2017).

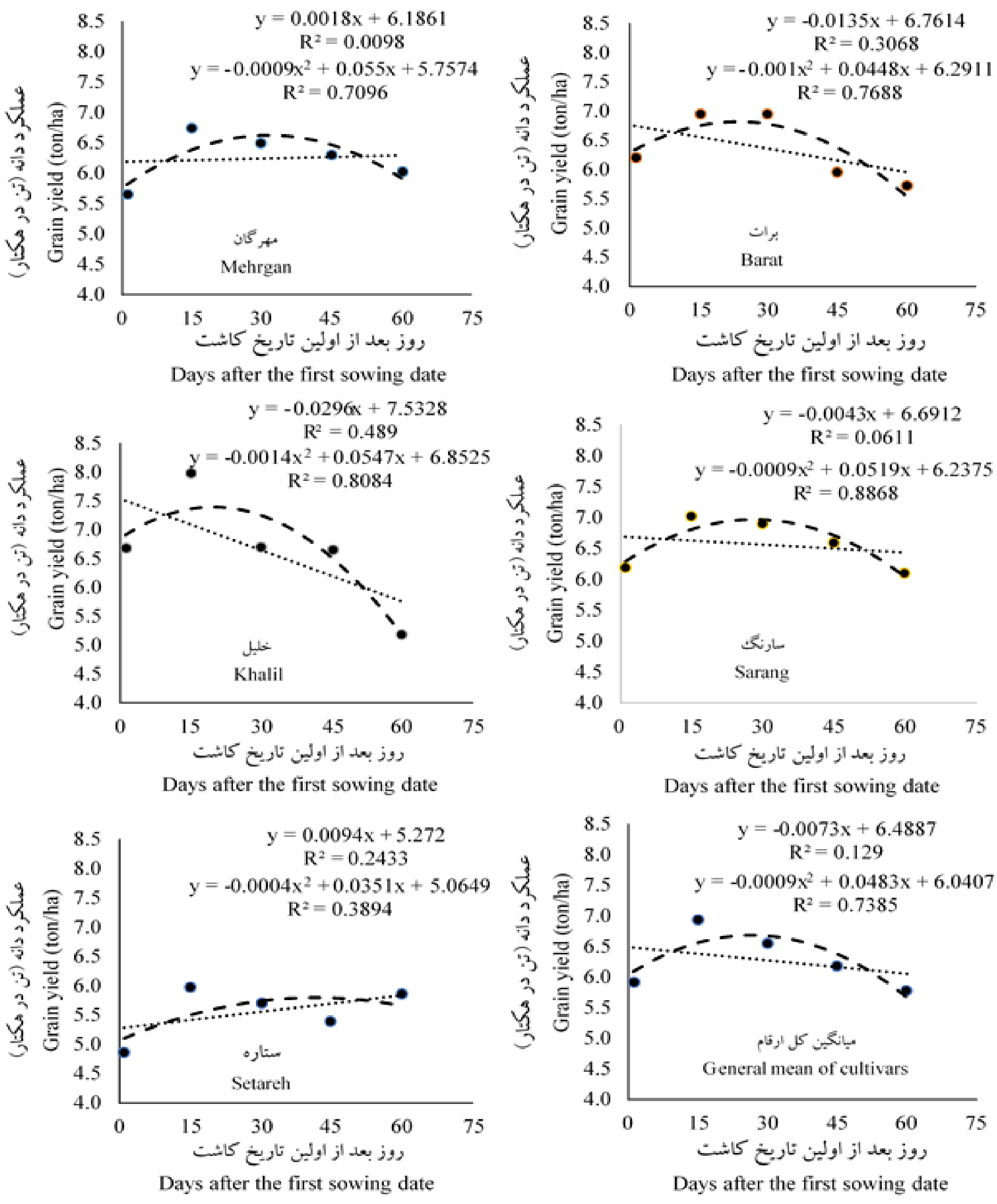
همبستگی تعداد سنبله در متر مربع با عملکرد دانه در دو تاریخ کاشت اول و همبستگی وزن هزار دانه با عملکرد دانه در دو تاریخ کاشت آخر مثبت و معنی‌دار بود (جدول ۷). این روابط نشان داد که در تاریخ کاشت‌های زود هنگام استقرار اولیه و رشد رویشی مناسب با ایجاد پنجه‌های بارور بیشتر در تعیین عملکرد دانه اهمیت زیادی دارد، درحالی‌که در تاریخ کاشت‌های دیرتر، به دلیل روبرو شدن گیاه با تنش گرمایی انتهای فصل، اهمیت وزن هزار دانه در تعیین عملکرد دانه مهمتر است (Tahmasebi *et al*., 2014). بایگی و همکاران (Baygi *et al*., 2017) نشان دادند که همبستگی مثبت و معنی‌داری بین تعداد سنبله در متر مربع با عملکرد دانه وجود داشت. تاخیر در کاشت غلات به‌دلیل عدم استقرار مناسب گیاهان و کاهش تعداد پنجه‌های بارور موجب کاهش تعداد سنبله در واحد سطح و درنتیجه کاهش عملکرد دانه می‌شود (Blum *et al*., 2003).

عدم وجود همبستگی معنی‌دار بین تعداد دانه در سنبله با عملکرد دانه و همچنین شاخص برداشت با عملکرد دانه می‌تواند به دلیل سازکار جبرانی بین اجزای عملکرد باشد (جدول ۷)، که با افزایش/کاهش یک جزء عملکرد، اجزای دیگر عملکرد دانه تا حدودی کاهش/افزایش می‌یابند (Slafer and Rawson, 1996;). باکمابومسترا و مستربروک (Bakema-Boomstra and Masterbroke, 1993) بیان داشتند که بین تعداد دانه در سنبله و تعداد سنبله در واحد سطح رابطه معکوس وجود دارد. در واقع خصوصیت جبران‌کنندگی نسبی بین اجزای عملکرد می‌تواند نقصان عملکرد را وقتی که یک جزء آن کاهش می‌یابد به کمترین مقدار برساند. در پژوهش بایگی و همکاران (Baygi *et al*., 2017) نیز همبستگی بین تعداد دانه در سنبله با عملکرد دانه و در پژوهش روان و همکاران (Ravan *et al*., 2016) همبستگی بین شاخص برداشت با عملکرد دانه در تاریخ کاشت‌های مختلف معنی دار نبود.

روند تغییرات میانگین عملکرد دانه و تعیین پنجره تاریخ کاشت بهینه برای ارقام گندم نان

برازش وایازی خطی و غیر خطی روند عملکرد دانه در پاسخ به تغییرات تاریخ کاشت در همه ارقام بجز رقم ستاره حاکی از بالاتر بودن ضریب تشخیص (R^2) در وایازی درجه دوم نسبت به وایازی خطی بود (شکل ۱). بنابراین وایازی درجه دوم مبنای بررسی روند عملکرد دانه نسبت به تاریخ کاشت قرار گرفت. نتایج نشان داد که عملکرد دانه ابتدا روند افزایشی و پس از رسیدن به مقدار بیشینه، در تاریخ‌های کاشت دیرهنگام کاهش می‌یابد. نادری (Naderi, 2013) نیز نتایج مشابهی را برای ارقام گندم نان در شرایط گرم خوزستان گزارش کرد. نمودار وایازی میانگین عملکرد دانه ارقام در تاریخ کاشت‌های مورد بررسی نشان داد که تاریخ کاشت دقیق و قابل توصیه برای هر رقم در مناطق گرم جنوب فارس با

توجه به خصوصیات آنها متفاوت می‌باشد. پنجره تاریخ کاشت قابل توصیه برای هر رقم بصورت مجزا در محدوده ۱۵ آبان تا ۲۵ آذر متفاوت بود که در دامنه های تعیین شده تاریخ کاشت برای هر رقم، تغییرات عملکرد دانه محسوس نمی‌باشد.



شکل ۱- برازش وایازی خطی و غیر خطی میانگین عملکرد دانه ارقام گندم نان و میانگین آنها در پاسخ به تاریخ کاشت در دو سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ و ۹۹-۱۳۹۸

Fig. 1. Linear and non-linear fitting of mean grain yield of bread wheat cultivars and their genetal mean in response to sowing date in 2018-19 and 2019-2020 cropping seasons

جرعه‌نوش و همکاران (Jorenush *et al.*, 2019) با استفاده روش مدل‌سازی، تاریخ کاشت قابل توصیه بدون کاهش محسوس عملکرد در منطقه داراب استان فارس را حداکثر ۱۵ آذر تعیین نمودند. با توجه به نتایج بدست آمده از این پژوهش، بازه‌های زمانی ۲۵ آبان تا ۱۵ آذر برای رقم مهرگان تعیین شد. رقم مهرگان نیز از ارقام زودس معرفی شده برای اقلیم گرم جنوب کشور است که انعطاف پذیری خوبی نسبت به تاریخ کاشت بخصوص تاریخ کاشت های تأخیری دارد (Esmaeizadeh Moghadam *et al.*, 2017). برای رقم برات ۲۰ آبان تا ۵ آذر و برای رقم خلیل ۱۵ آبان تا اول آذر بعنوان پنجره تاریخ کاشت قابل توصیه تعیین گردید.

رقم نسبتاً دیررس خلیل در تاریخ‌های کاشت زودهنگام از عملکرد دانه بهتری برخوردار بود. برای دو رقم خلیل و برات تاریخ کاشت توصیه شده برای اقلیم گرم و خشک جنوب کشور در دامنه دهه سوم آبان تا دهه اول آذر تعیین شده است (Esmaeizadeh Moghadam *et al.*, 2019; Esmaeizadeh Moghadam *et al.*, 2020). برای رقم سارنگ ۲۵ آبان تا ۱۰ آذر و برای رقم ستاره ۱۰ آذر تا ۲۵ آذر به عنوان پنجره تاریخ کاشت بهینه تعیین گردید (شکل ۱). رقم ستاره از ارقام بسیار زودرس است و در این پژوهش کاهش عملکرد دانه کمتری بویژه در تاریخ‌های کاشت دیرهنگام نسبت به تاریخ کاشت‌های زودهنگام داشت.

تعیین تاریخ کاشت بهینه برای هر رقم با استفاده از مشتق گیری تابع درجه دوم عملکرد دانه در تاریخ کاشت‌های متفاوت (dGY/dX) در جدول ۸ ارائه شده است. کمترین و بیشترین تعداد روز نسبت به اولین تاریخ کاشت (مقدار X) با ۲۰/۵ و ۴۳/۹ روز بعد از اولین تاریخ کاشت به ترتیب برای ارقام خلیل و ستاره بدست آمد. بنابراین تاریخ کاشت بهینه برای زودرس‌ترین رقم (ستاره) ۱۹ آذر و برای دیررس‌ترین رقم (خلیل) ۲۵ آبان تعیین شد. رقم ستاره یکی از ارقام بسیار زودرس است که با هدف کشت در تاریخ کاشت‌های تاخیری در اقلیم گرم و خشک جنوب کشور معرفی شده است (Javadi *et al.*, 2021). تاریخ کاشت بهینه برای میانگین ارقام دوم آذر محاسبه شد (جدول ۸). بایگی و همکاران (Baygi *et al.*, 2017) و کلاته عربی و همکاران (Kalateh Arabi *et al.*, 2011) برای ارقام مختلف گندم تاریخ‌های کاشت ۲۰ مهر و ۱۰ آبان را به ترتیب برای مناطق نیشابور و گرگان بعنوان تاریخ‌های کاشت بهینه پیشنهاد کردند.

بطور کلی در این پژوهش واکنش ارقام گندم نان به تاریخ‌های کاشت با توجه به پتانسیل عملکرد دانه و خصوصیات زراعی آنها متفاوت بود. بنابراین تاریخ کاشت بهینه و پنجره تاریخ کاشت قابل توصیه برای هر رقم نیز متفاوت می‌باشد. رقم نسبتاً دیررس خلیل و همچنین رقم برات در تاریخ کاشت‌های زودهنگام

جدول ۸- تاریخ کاشت بهینه برای ارقام گندم نان

Table 8. Optimum sowing date for bread wheat cultivars

Cultivar	رقم	مقدار X معادله درجه دوم (روز بعد از اولین تاریخ کاشت) The value of X in the quadratic equation (Days after the first sowing date)	تاریخ کاشت بهینه Optimum sowing date	
Mehrgan	مهرگان	30.6	27 Nov.	۶ آذر
Barat	برات	22.4	18 Nov.	۲۷ آبان
Khalil	خلیل	20.5	16 Nov.	۲۵ آبان
Sarang	سارنگ	28.8	25 Nov.	۴ آذر
Setareh	ستاره	43.9	10 Dec.	۱۹ آذر

عملکرد دانه بالاتری نسبت به تاریخ کاشت‌های تأخیری داشتند. رقم سارنگ کمترین تغییرات عملکرد دانه را در میان ارقام گندم نان در تاریخ کاشت‌های مورد مطالعه داشت. ارقام زودرس ستاره و مهرگان کاهش عملکرد دانه کمتری در تاریخ‌های کاشت دیرهنگام داشتند. نتایج این پژوهش بیانگر آن است که انتخاب ارقام زودرس، بعنوان یک عامل مهم در مدیریت تلفیقی مزرعه، برای کاهش خسارت ناشی از تأخیر در تاریخ کاشت در مناطق گرم و خشک استان فارس و اقلیم های مشابه آن بسیار موثر است.

سپاسگزاری

نگارندگان بدینوسیله از رئیس و معاون وقت بهبود تولیدات گیاهی وقت سازمان جهاد کشاورزی فارس به خاطر پشتیبانی مالی و معنوی برای اجرای این پروژه تحقیقاتی سپاسگزاری می کنند.

References

Ahmadamini, T., Kamkar, B., and Soltani, A. 2012. The effect of planting date on partitioning coefficient in some species of wheat. Journal of Crop Production 4 (1): 131-150 (in Persian).

Ahmadi, M., Kamkar, B., Soltani, A., and Zeynali, A. 2008. Determination of the most important yield components of wheat in different sowing dates. Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources 15(3): 1-12 (in Persian).

Ashena, M., Kafi, M., Jafarnejhad, A., and Sharifi, H. R. 2015. Investigation of the effect of planting date and nitrogen on the developmental stages of wheat cultivars and its relationship with yield and yield components in Neishabour region. Journal of Crop Production 8 (4): 143-162 (in Persian).

Bakema-Boomstra A. G., and Masterbroke, H. D. 1993. The grain yield uniculm barley (*Hordeum vulgar* L.) in two constasting environments. Euphytica 66: 103-110.

Baygi, Z., Saifzadeh, S., Shirani Rad, A. H., Valadabadi, S. A, and Jafarnejad, A. 2017. Effects of planting date on growth indices and yield and yield components of some wheat cultivars in Neishabur. Applied Research in Field Crops 30 (2): 1-18 (in Persian).

Blum, A., Majer, J., and Gozlan, G. 2003. Association between plant production and some physiological components of drought resistance in wheat. Plant, Cell and Environment 6: 219-225.

Bruckner, P. I., and Frohberg, R. C. 1987. Rate and duration of grain filling in spring wheat. Crop Science 27: 451-455.

Dadashi, N., and Khajehpour, M. R. 2004. Effects of planting date and cultivar on growth, yield components and seed yield of safflower in Isfahan. Journal of Agricultural Science and Technology and Natural Resources 8 (3): 95-112 (in Persian).

Esmaeilzadeh Moghaddam, M., Khodarahmi, M., Pourshahbazi, A., Akbari Moghaddam, H., Sayahfar, M., Tahmasebi, S., Lotfalie Aeineh, G. A., Amir Bakhtiar, N., Afshari, F., Dalvand, M., Zakeri, A. K., Tabatabaei, N., Yasaei, M., Roohparvar, R., and Kia, S. 2017. Mehregan, a new bread wheat cultivar resistant to yellow, brown and black rusts, with high baking quality, suitable for cultivation in cropping systems in southern warm and dry zone of Iran. Research Achievemants for Field and Horticulture Crops 6 (1): 71-77 (in Persian).

Esmaeilzadeh Moghaddam, M., Khodarahmi, M., Mahmoudi, K., Akbari Moghaddam, H., Sayahfar, M., Tahmasebi, S., Lotfalie Aeineh, G. A., Naderi, A., Amir Bakhtiar, N., Farhadi Sadr, M., Afshari, F., Dalvand, M., Zakeri, A. K., Tabatabaei, N., Yasaei, M., Roohparvar, R., and Kia, S. 2019. Barat, a new bread wheat cultivar, suitable for irrigated areas in southern warm and dry zone of Iran. Research Achievemants for Field and Horticulture Crops 7 (2): 139-147 (in Persian).

Esmaeilzadeh Moghaddam, M., Najafian, G., Mahmoudi, K., Akbari Moghaddam, H., Sayahfar, M., Tahmasebi, S., Lotfalie Aeineh, G. A., Amir Bakhtiar, N., Farhadi Sadr, Abedini Esfahlani, M., M., Afshari, F., Dalvand, M., Zakeri, A. K., Tabatabaei, N., Yasaei, M., Roohparvar, R., and Kia, S. 2019. Khalil, a new bread wheat cultivar, suitable for irrigated areas in southern warm and dry zone of Iran. Research Achievemants for Field and Horticulture Crops 7 (2): 139-147 (in Persian).

Flowers, M., James, C., Petrie, S., Machado, S., and Rhinhart, K. 2006. Planting date and seeding rate effects on the yield of winter and spring wheat varieties results from the 2005-2006 cropping year. Agriculture Research 12 (2):72-74.

Fukushima, A., Kusuda, O., Furuhata, M., and Nakano, H. 2005. Phenological development in relation to temperature of winter wheat Iwainodaichi seeded early in southwestern Japan. Plant Production Science 8 (2): 152-156.

Foulkes, M. J., Sylvester-Bradley, R., Worland, A. J., and Snape, J. W. 2004. Effects of a photoperiod- response gene *Ppd-D1* on yield potential and drought resistance in UK winter wheat. Euphytica 135: 63-73.

Ghanbari, A., Roshan, H., and Tavassoli, A. 2012. Effect of sowing date on some agronomic characteristics and grain yield of winter wheat cultivars. Journal of Crop Ecophysiology 6 (2): 127-144 (in Persian).

Jafarnejhad, A. 2009. Determination of optimum sowing date for bread wheat (*Triticum aestivum L.*) cultivars with different flowering habits in neishabour. Seed and Plant Production Journal 25 (2): 117-135 (in Persian).

Jalota, S. K., Kaur, H., Ray, S. S., Tripathi, R., Vashisht, B. B., and Bal, S. K. 2012. Mitigating future climate change effects by shifting planting dates of crops in rice–wheat cropping system. Regional Environonmental Change 12: 913-922.

Javadi, A., Inanloo, P., and Torji, M. R. 2021. Fidings for upscaling 2018. Agricultural Research, Education and Extension Organization. Tehran, Iran. 744 pp. (in Persian).

Jorenush, M. H., Boroomand Nasab, S., Naseri, A., Pakparvar, M., and Taghvaeian, S. 2019. AquaCrop evaluation to simulate wheat production and plantig date in Fars province. Journal of Water and Irrigation Management 9 (1): 95-107 (in Persian).

Kalateh Arabi, M., Sheikh, F., Soqi, H., and Hivehchie, J. 2011. Effects of sowing date on grain yield and its components of two bread wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars in Gorgan in Iran. Seed and Plant Production Journal 27(3): 285-296 (in Persian).

Khajehpour, M. R. 2014. Principles of crop production. Jihad-e-Daneshgahi of Isfahan University of Technology. Isfahan, Iran. 658 pp. (in Persian).

Kobata, T., and Uemuki, N. 2004. High temperatures during the grain-filling period do not reduce the potential grain dry matter increase of rice. Agronomy Journal 96: 406-414.

Liu, K., Zhang, C., Guan, B., Yang, R., Liu, K., Wang, Z., Li, X., Xue, K., Yin, L., and Wang, X. 2021. The effect of different sowing dates on dry matter and nitrogen dynamics for winter wheat: an experimental simulation study. Peer Journal 9:e11700.

Malihipour, A., Esmaeilzadeh Moghaddam, M., Najafian, G., Roustaei, M., Najafi Mirak, T., Amini, A., Khodarahmi, M., and Bakhtiar, F. 2020. Iranian wheat cultivars (Released from 1931 to 2019). Seed and Plant Improvement Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization. Karaj, Iran. 172 pp. (in Persian).

McDonald, G. K., Sutten, B., and Ellison, F. W. 1983. The effect of time of sowing on the grain yield of irrigated wheat in the Namoi Vallery, New South Wales. Australian Journal of Agricultural Research 34: 229-240.

Mcleod, J. G., Campell, C. A., Dyck, F. B., and Vera, C. L. 1992. Optimum seeding date for winter wheat in southwestern Saskatchewan. Agronomy Journal 84: 86-90.

Mohammadi, H., and Javari, M. 2007. Precipitation changes of Iran. Journal of Environmental Studies 32 (40): 87-100.

Momtazi, F., and Emam, Y. 2006. Effect of sowing date and seeding rate on yield and yield components of bread wheat cv. Shiraz. Iranian Journal of Agriculture Sciences 37: 1-11 (in Persian).

Mousavi, F., Siahpoosh, M. R., and Sorkheh, K. 2021. Influence of sowing date and terminal heat stress on phonological features and yield components of bread wheat genotypes. Journal of Plant Production 44 (2): 157-170 (in Persian).

Naderi, A. 2013. Analysis of the effect of sowing date on grain yield of wheat genotypes using regression method. Crop Physiology Journal 20: 5-14 (in Persian).

Paulitz, T. C., and Steffenson, B. J. 2010. Biotic stress in barley: disease problems and solutions. pp. 307-354. In: Ullrich, S. E. (ed.) Barley: production, improvement, and uses. Wiley-Blackwell, Oxford, UK.

Radmehr, M., A. Lotfali-Ayeneh, G., and Kajbaf, A. 1997. Effect of sowing date on growth and yield of wheat cultivar Falat in southern regions of Khuzestan. II. Accumulation and redistribution pattern of macroelements in different plant parts. Seed and Plant Journal 13: 34-46.

Ravan, M. S., Galeshi, S., Zeinali, E., and Rahemi Karizki, A. 2016. The effect of genotype and planting date on yield and yield components of wheat in rainfed conditions. Journal of Applied Research in Plant Ecophysiology 3 (1): 89-104 (in Persian).

Shirinzadeh, A., Heidari Sharif Abad, H., Nourmohammadi, G., Majidi Haravan, E., and Madani, H. 2017. Effect of planting date on growth periods, yield, and yield components of some bread wheat cultivars in Parsabad Moghan. International

Journal of Farming and Apllied Sciences 6 (4): 109-119.

Slafer, G. A., and Rawson, H. M. 1996. Responses to photoperiod change with phenophase and temperature during wheat development. Field Crops Research 46: 1-13.

Tahmasebi, S., Heidari, B., Pakniyat, H., and Jalal Kamali, M. R. 2014. Independent and combined effects of heat and drought stress in the Seri M82 × Babax bread wheat population. Plant Breeding 133 (6): 702-711.